

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-229877  
(P2003-229877A)

(43) 公開日 平成15年8月15日 (2003.8.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム* (参考)
H 0 4 L 12/44		H 0 4 L 12/44	B 5 K 0 3 3
	2 0 0		2 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2002-24424(P2002-24424)

(22) 出願日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 為田 長生

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

Fターム(参考) 5K033 AA01 CA01 CA11 CB06 CB08

CC01 DA05 DA15 DB02 DB06

DB17 DB22

(54) 【発明の名称】 ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラフィックを制御する網側伝送装置および方法

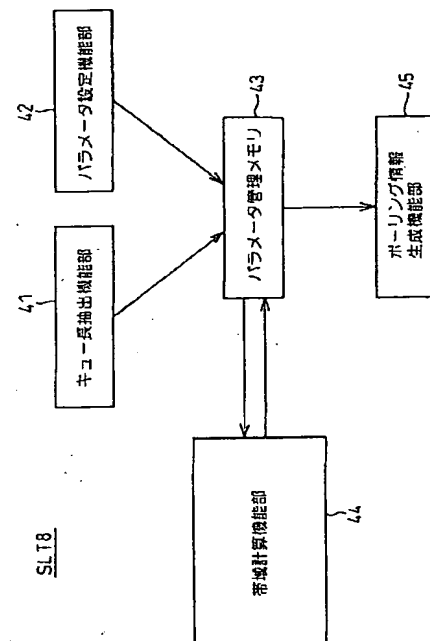
(57) 【要約】

【課題】 ATM-PON通信システムにおいて、複数の端末装置 (ONU) と加入者線終端装置 (SLT) との間の伝送路におけるセルの帯域割当て効率を、契約パラメータを遵守しつつ、向上させることを目的とする。

【解決手段】 コネクション対応に蓄積される情報のキュー長抽出機能部41と、コネクション対応の、平均帯域と最大帯域の各契約パラメータ、これらの帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値の各契約パラメータを設定するパラメータ設定機能部42と、キュー長情報および契約パラメータ情報を格納するパラメータ管理メモリ43と、契約パラメータが遵守されるような、コネクションへの割当て帯域を、周期的に計算した結果を該メモリ43に再格納する帯域計算機能部44と、情報の転送タイミングを、計算した割当て帯域に従って決定しポーリング情報として出力する転送ポーリング情報生成機能部45とから構成する。

図4

本発明に係る加入者線終端装置 (SLT) の具体的構成例を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、

各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、

前記コネクションに予め設定された、平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値に関する契約パラメータとが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、

を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【請求項2】 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、

各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、

前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータとが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、

を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【請求項3】 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、

前記端末装置内のバッファにコネクション対応に蓄積される前記情報のキュー長に関する通知を該端末装置から受けて、該キュー長を抽出するキュー長抽出機能部と、前記端末装置との間で契約した前記コネクション対応の、平均帯域に関する契約パラメータ、最大帯域に関する契約パラメータ、該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータの少なくとも1つを設定するパラメータ設定機能部と、前記キュー長抽出機能部および前記パラメータ設定機能部からそれぞれ入力されるキュー長情報および契約パラメータ情報を少なくとも格納するパラメータ管理メモリと、

各前記契約パラメータが遵守されるような、前記コネクションへの割当て帯域を、周期的に計算し、さらに、その計算結果を前記パラメータ管理メモリに再格納する帯域計算機能部と、

を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【請求項4】 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、

各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量を受信するステップと、

受信した前記転送すべき情報量に基づき、前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、該平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値とが、遵守されるような前記割当て帯域を演算するステップと、

演算された前記割当て帯域を、前記コネクション対応に付与して、各前記端末装置に通知するステップと、

を有することを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する方法。

【請求項5】 各々が、指定された情報の転送タイミングで、コネクション対応に設けた内部のバッファから、時分割多重で該情報を読み出して転送する、ユーザ側の複数の端末装置と、

前記端末装置に対して前記情報の転送タイミングを指定して、該端末装置内の前記バッファから読み出して転送された情報を受信して、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置と、

前記転送タイミングを指定するポーリング情報を前記複数の端末装置に転送し、その転送タイミングで前記バッファからの情報を前記網側伝送装置に転送する時分割多重の伝送路と、を有してなり、ここに、

前記網側伝送装置は、

各前記バッファ内に蓄積された、前記コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、

前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、該平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値とが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、からなることを特徴とする通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、網側の1つの加入者線終端装置が、ユーザ側の複数の端末装置との間で、1つの伝送路を共有しポーリングによる時分割多重モードで、情報の転送を行う通信システムに関する。

【0002】上記のような形態の通信システムの代表的

な一例としては、ATM-PON (Asynchronous Transfer Mode-Passive Optical Network) 通信システムがあり、本発明はこのATM-PON通信システムを例にとって、以下の説明を行う。特に本発明はこのようなATM-PON通信システムにおいて可変レートトラヒックを収容するためのダイナミック帯域割当て技術に関して、従来の改良案を提案するものである。

#### 【0003】

【従来の技術】図12は本発明が適用される通信システムの好適例を示す図である。この通信システムは前述のATM-PON通信システムである。

【0004】通信システム1は、図示するとおり、ユーザ側と、網側と、これらの間を結ぶ伝送路と、に大別して構成される。

【0005】まずユーザ側について見ると、各ユーザが所有するパーソナルコンピュータ(PC)2、や電話機(TEL)3等のユーザ機器が存在する。これらのユーザ機器は、網側のATM交換機(ATM-SW)9を介して、相手方のユーザ機器(図示せず)との間で情報の転送を行う。

【0006】ATM-PON通信システム1における1つの特徴は、上述の情報の転送を行うために、各ユーザ単位に設けられる複数の端末装置(ONU:Optical Network Unit)4と、1つの加入者線終端装置(SLT:Subscriber Line Terminal)8とを、設置し、網側の1つの伝送路(光ファイバ)7を複数の端末装置4で、ポーリングにより、共有し上記情報を時分割多重によって該伝送路7上を転送することにある。このために、各端末装置4に直接接続する複数のユーザ側の伝送路(光ファイバ)5は、1つの光カプラ6を介して、1つの網側の伝送路7に接続する。この光カプラ6は、分岐/多重装置として機能する。

【0007】図12において、本発明は、伝送路5および7上での上記情報の転送の仕方と、その情報の転送帯域を制御するための加入者線終端装置8の仕組みと、について述べるものである。この場合、上記情報の転送は、各端末装置4から加入者線終端装置8に向けた上りの情報(上りフレーム)転送(図中の「上り」と、その逆の下りの情報(下りフレーム)転送(図中の「下り」と、に区別されるが、本発明は特に前者の上り情報転送に関する改良案について言及する。

【0008】図12の通信システムにおける動作について、以下に説明するが、この説明のために図13、図14および図15をも参照する。

【0009】図13は伝送路上の下りフレームのデータフォーマットを示す図であり、図14は伝送路上の上りフレームのデータフォーマットを示す図であり、図15は下りフレームにより転送されるポーリング情報のデータフォーマットを一例をもって示す図である。

【0010】図12～図15を参照すると、図12に示

す加入者線終端装置(以下、SLTとも称す)8と各端末装置(以下、ONUとも称す)との間において、下り方向は図13に示すフレーム構成で、また、上り方向は図14に示すフレーム構成でそれぞれセルが伝送される。SLT8からONU4への下り方向のフレーム(下りフレーム)では、そのフレーム内の特定の位置で監視制御セルを転送する。

【0011】一方、ONU4からSLT8への上り方向のフレーム(上りフレーム)では、ONU4は、SLT8がポーリング情報(図15)により指定したタイムスロットを使用して、監視制御セルを、ATMセル(ユーザ情報)と混在させて、SLT8に転送する。

【0012】ちなみに、図13において、実際には、56個のセルで1下りフレームを構成し、1セルは53バイトである。一方図14において、実際には、53個のセルで1上りフレームを構成し、1セルは53バイトかつ3バイトのオーバーヘッドを伴っている。したがって、1下りフレームは全部で53×56バイトからなり、1上りフレームは全部で(53+3)×53バイトからなるので、下りフレームと上りフレームとは時間的に完全に同期している。

【0013】上記ポーリング情報は、各ONU対応の送信許可IDを管理する。すなわちSLT8は、予め各ONU4に対し1個又は複数個の送信許可IDを割当てる。この場合、ONU4は予め、その送信許可IDと、ONU内にある少なくとも1つのバッファ(ユーザ情報を格納する)と、の対応関係を把握している。

【0014】そこでSLT8は、一定周期で各ONU4から上りフレームにより通知された、ONUのバッファ内情報量(キュー長)を基に、各バッファから読み出すべきセルの数を決定する。つまり、SLT8はONU4内の各バッファに与える帯域(割当て帯域)を決定する。SLT8はさらに、各バッファに与える帯域量から、各バッファから情報を読み出すべきタイミングも決定する。この読出しタイミング情報が、上述のポーリング情報である。

【0015】SLT8により生成されたそのポーリング情報(図15)は、下りフレームに含まれる監視制御セルの中に挿入され、全てのONU4に対して同時に転送される。これを受信した各ONU4は、そのポーリング情報により示される自己宛の送信許可IDの位置によって、該ONU4からSLT8に向けた上りフレームにて、自己のセルを送信すべきタイミングを決定する。

【0016】上記のポーリング情報の具体例は図15に示すとおりであり、各ONU4はこのポーリング情報を下りフレームの中から抽出し、自己宛ての送信許可IDを探す。自己宛ての送信許可IDを見つけたら、このIDにより指定された、上りフレーム内のタイムスロットを用いて、ONU4内の対応するバッファから読み出したセルを、上りフレーム内のそのタイムスロットに挿入

し、SLT8に向けて送信する。例えば、図15によれば、あるONU4について自己宛ての送信許可IDは、Ox3d、Ox55（先頭から2番目のタイムスロット）

である。また、送信許可IDとバッファとの対応関係は、例えば

Ox3d=Buffer1、Ox55=Buffer2である。

【0017】例えば、このような設定がなされたONU4が、図15のポーリング情報をSLT8から受け取る、該ONU4は上りフレームにおける先頭から2番目のタイムスロットを占有して、該ONU4内の第1のバッファ（Buffer1）から読み出した情報をSLT8に送信する。また、上りフレームの先頭から5番目のタイムスロットを使用して、このONU4内の第2のバッファ（Buffer2）から読み出した情報をSLT8に送信する。

【0018】以上のようにしてSLT8は、各ONU4の通信状況に応じて、ダイナミックにセルの送信帯域を変動させることにより、IPデータトラフィック等のバースト性の大きいトラフィックを、効率的に収容することができる。これが、可変レートトラフィックを収容するダイナミック帯域割当て方式である。

【0019】次に、上記ダイナミック帯域割当て方式を実現するハードウェア構成について説明する。

【0020】図16は端末装置4および加入者線終端装置8の基本構成を示す図である。なお、全図を通じて同様の構成要素には、同一の参照番号または記号を付して示す。

【0021】同図左側の端末装置（ONU）4は、加入者線終端装置（SLT）8から下りフレームにて転送された、上記ポーリング情報および相手方からの下り情報からなるユーザ向け情報を受信して、その中からポーリング情報を抽出するポーリング情報抽出部11と、既述のユーザ機器からの上り情報を、各コネクション対応（VC1、VC2…VCn）に一旦格納する複数のバッファ12と、各バッファ12に格納されたユーザ情報を読み出すバッファ読出し部13と、各バッファ12内の情報量（すなわちキュー長）の埋まり具合（バッファ状態）を監視するバッファ状態監視部15と、バッファ状態監視部15による監視結果に基づき、各バッファ12のキュー長に関する情報を生成するキュー長情報生成部16と、そのキュー長情報と上記バッファ読出し部13からのユーザ情報とを多重化して、伝送路5に送出する多重化部14と、を備えて構成される。

【0022】一方、図16の右側の加入者線終端装置（SLT）8は、ONU4側から転送される上り情報のうち上記キュー長情報を抽出し、かつ、それ以外のユーザ情報は網側に送出するキュー長情報抽出部21と、抽出したキュー長情報ならびに必要なパラメータ情報（後

述）を記録してこれらを管理するパラメータ管理メモリ22と、パラメータ管理メモリ22内に記録された管理情報を用い、アルゴリズムを実行して、各バッファ12に与える帯域を計算して決定する帯域計算部23と、上記計算により決定された上記の帯域に準じて、既述のポーリング情報を生成するポーリング情報生成部24と、相手方からのユーザ情報（下り情報）とポーリング情報生成部24からのポーリング情報とを多重化し、ユーザ向け情報として、ONU4側に転送する多重化部25と、を備えて構成される。

【0023】したがって、図16に示す通信システム1全体としての一連の動作は、要約すると、以下のようになる。

【0024】ユーザ側から送られてきたユーザ情報を含むセルは、コネクション情報（VC識別子）に従い、バッファ12すなわちバッファ1～バッファnのいずれかに蓄積される。バッファ読出し部13は、SLT8から送られてきた上記のポーリング情報により指定されたタイミングのタイムスロットを用いて、該当のバッファ12からセルを読み出し、SLT8に向けて転送する。

【0025】またONU4内のキュー長生成部16は、バッファ状態監視部15にて観測された該当バッファ12内のキュー長を、多重化部14を介し、SLT8に向けて送信する。このとき、ユーザ側からのユーザ情報と、上記キュー長情報とは、前述のとおり、多重化部14で多重化される。

【0026】SLT8は、キュー長情報抽出部21にて、伝送路5、7を介してONU4から転送されるキュー長情報を抽出する。さらに帯域計算部21では、帯域更新周期毎に、通知された各バッファ12のキュー長をもとに、各バッファ（コネクションVC対応）に割当てられる帯域を決定する。その後ポーリング情報生成部24は、各コネクションVCに割当てられる帯域量に従い、使用すべきタイムスロットのタイミングを割当てて、この割当てを指示するためのポーリング情報を生成する。このポーリング情報は、下りフレームの監視制御セル内に挿入されて、ONU4に届けられる。

【0027】ここで、上記のポーリングの仕組みとそのポーリングにより発生する揺らぎについて、簡単に説明しておく。

【0028】図17はポーリングの仕組みを説明する図であり、図18はポーリングにより発生する揺らぎを説明する図である。

【0029】まず図17を参照すると、本図の（a）欄の左側（下り信号）は、SLT8からの下りフレームにより転送されるポーリング情報を示す。このポーリング情報は伝送路7、5を経て、（b）欄および（c）欄のそれぞれ左側に示すごとく、第1のONU4および第2のONU4にて受信される。なお簡単のために、2つのONU4のみを示す。

7

【0030】第1および第2のONU4はそれぞれ、受信ポーリング情報により示された既述の送信許可IDに従って、指定されたタイムスロット(1, 2で示す)を用いて、それぞれのバッファ12からユーザ情報を読み出して送出する。この送出は、(b)欄および(c)欄のそれぞれの右側(上り信号)に示され、さらに光ケーブル6にて多重化され、上りフレームとして、同図(a)欄右側に示すごとくSLT8に到着する。なお、上り信号と下り信号は、相互に異なる波長の光信号であるから、同一の光ファイバ内を上り/下り同時に転送する全二重通信が可能である。

【0031】次に図18を参照すると、同図の(a)欄と(b)欄はSLT8に関するタイミングチャートであり、同図の(c)欄と(d)欄は任意の1つのONU4、ここでは例えば第1のONU4に関するタイミングチャートである。

【0032】また本図のタイミングチャートでは、53個あるタイムスロットのうち、簡単のため、1~7番目のタイムスロット#1~#7のみを示している。

【0033】各ONU4からSLT8へセルを転送するための割当て帯域としては、通常、予め定めた平均帯域(SCR)が与えられることが多い。このSCRを正しく遵守してONU4からSLT8へセルを送出した場合についてのタイミングチャートを示すのが、同図の

(b)欄と(d)欄である。すなわち同図(b)欄に示すとおり、上りセルは、1/SCRの一定間隔でSLT8に到着する。したがって揺らぎは発生しない。

【0034】ところが、ONU4から送出すべき情報量が増えると、ONU4からの上りセルの送出間隔は1/SCRより短くなる。つまり、本来はONU4からの上りセルが、同図(b)欄で示すタイミング(#1→#2→#3→...)で、SLT8に到着すべきところ、実際には、同図(a)欄で示すタイミング(#1→#2→#3→...)でSLT8に到着する。

【0035】ここに(a)欄と(b)欄との間に、上りセルの到着タイミングのずれが生じる。このずれが上記の「揺らぎ」である。本図では任意の1つのタイムスロット#4に着目したときの揺らぎのみを図に示す。この揺らぎは、タイムスロット#1、#2、#3...と進むにつれて累積して行き、1上りフレームの終わりの時点での揺らぎはかなりの大きさとなる。この累積した揺らぎは、規定によって予め定めた値(BT)以下でなければならない。

【0036】可変レートトラヒックを収容するダイナミック帯域割当て方式では、上記の揺らぎが、通信品質を決定する重要なファクタの1つであり、また、本発明にも深く関係する。そこで上記の可変トラヒックレートについて、図を参照しながら、若干補足説明する。

【0037】図19は平均帯域(SCR)に対する可変ビットレート(VBR)トラヒックの揺らぎを表すタイ

ミングチャートであり、図20は最大帯域(PCR)に対する可変ビットレート(VBR)トラヒックの揺らぎを表すタイミングチャートである。

【0038】インターネットの急速な普及に伴い、ATM-PON通信システムでも、効率的にデータトラヒックを収容する技術が必要になってきた。このデータトラヒックは、バースト性が高い可変レートトラヒックであって、ATM-PON通信システムでは、一般にVBR(Variable Bit Rate)クラスで収容されている。

10 【0039】VBRクラスの仕様は、ATM-Forum Traffic Management 4.1で規定されていて、このVBRクラスは、PCR(最大帯域)、CDVT(最大帯域に対する揺らぎ)、SCR(平均帯域)およびBT(SCRに対する揺らぎ許容値)、というパラメータで管理される。

【0040】網は、通常、その網が収容する全てのコネクションに対して、それぞれ、平均帯域(SCR)でのデータ転送を保証する。もしさらに、網のトラヒックに空きがあれば、揺らぎがBTを超えない範囲で、最大帯域(PCR)でのデータ転送が可能である。このため、コネクションの新規登録時には、ユーザからの申告パラメータと網のリソース情報とに基づいて、新規コネクションに対する平均帯域の保証が可能か否か、通信事業者が判断する。可能でないと判断された場合は、その新規登録を拒否する。全てのVBRのコネクションが、それぞれ申告パラメータどおり許可されたとき、これら申告パラメータに係る品質保証が可能になる。

【0041】図19の(a)欄と(b)欄は、上述した図18の(a)欄と(b)欄とに対応しており、図19において、SCRに対する揺らぎの大きさは、 $t(k) - a(k)$ で表される。ここに、 $a(k)$ はセルkの実際の到達時刻であり、 $t(k)$ は理想到着時刻である。理想到着時刻とは、ONU4からのセルがSCR以下のレートでSLT8に到着すると仮定した場合の、セルkの到着時刻のことである。ここにSCRに対する揺らぎは、図示するBT以下に制限されなければならない。

【0042】一方図20を参照すると、最大帯域(PCR)に対する揺らぎの大きさは、ONU4からのセルがPCR以下でSLT8に到着すると仮定した理想到着時刻を使用することにより、算出できる。このときPCRに対する揺らぎは、上記のCDVT以下に制限されなければならない。

【0043】上述した、ATM-PON通信システムの一般的な概要を踏まえて、セルに対する従来の帯域割当て方式を具体的に見てみると、従来のATM-PON通信システムでは、VBRトラヒックを収容する場合、大別して固定帯域割当て方式か、ダイナミック帯域割当て方式か、のいずれかの方式が適用されていた。さらに詳しくは、[方式1] SCR固定割当て方式、[方式2] PCR固定割当て方式、[方式3] ダイナミック帯域割

当て方式である。

【0044】しかし上記方式1および方式2にはそれぞれ固有の不利がある。また方式3には後述の問題がある。これについて以下に具体的に説明する。

#### 【0045】

【発明が解決しようとする課題】以下の説明では、添字  $i$  をコネクション  $VC_i$  を識別するために用い ( $i = 1, 2 \dots n$ )、バッファ  $i$  (図16のバッファ12についてのバッファ1、バッファ2、…バッファ  $n$  参照) が収容するコネクションを  $VC_i$  として表すことにする。以下、上記【方式1】、【方式2】、【方式3】の順に説明する。

【0046】【方式1】SCR固定割当て方式 SLT8は、各コネクション  $VC_i$  に対して、平均帯域 (SCR) パラメータ  $Si$  を固定的に割当てる。すなわち、帯域の割当て量  $Bi$  と平均帯域  $SCR_i$  とは、下記の関係になる。

$$【0047】Bi = SCR_i$$

図21はSCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【0048】このモデルでは、全体で6つのコネクション ( $VC_1 \sim VC_6$ ) があり、その各々には10MbpsのSCRが固定的に割当てられる。

【0049】本方式1では、ユーザが平均帯域SCR以上でセルを送信すると、キュー長とキュー内遅延時間とが増加する。このため、遅延に敏感なTV会議等のリアルタイム系トラフィックを収容することができない、という不利と、ONU4内のバッファ12においてセルの溢れを防ぐために、大きなバッファ容量が必要になる、という不利と、空いている帯域を使用できないので、データの転送効率が悪い、という不利がある。

【0050】【方式2】PCR固定割当て方式 SLT8は、各コネクション  $VC_i$  に対して、最大帯域 (PCR) パラメータ  $Pi$  を固定的に割当てる。すなわち、帯域の割当て量  $Bi$  と最大帯域  $PCR_i$  とは、下記の関係になる。

$$【0051】Bi = PCR_i$$

図22はPCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【0052】このモデルでは、SCRは10Mbpsであつてかつ、PCR=30Mbpsという制約がある。VC1について見ると、SCR=10Mbpsという制限を超えて最大帯域 (PCR) 一杯に帯域を占有しているので、他の

コネクション  $VC_3$  が同時にさらに帯域を占有することは好ましくない。

【0053】本方式2では、トラフィック量の有る無しに拘わらず、PCRを各VCに割当てることになる。したがって、収容できるコネクション数が限られて収容効率が悪いという不利と、SCR/BTパラメータの規定も満足できない、という不利がある。

【0054】また可変レートクラスでは、各コネクション  $VC_i$  がパラメータを遵守してデータを送信するものと仮定している。したがって、パラメータを遵守しないコネクションを収容したとすると、予め用意したバッファ容量や伝送路容量で流入してくるトラフィックは最早維持できなくなり、セル廃棄やセル遅延等の深刻な品質劣化を引き起こす、という不利もある。

【0055】【方式3】ダイナミック帯域割当て方式 この方式3には多くの種類があるが、代表的なキュー長比例割当て方式 (特許公開番号：特開平10-242981) について説明する。

【0056】この方式3では、各コネクション  $VC_i$  を収容するバッファ  $i$  のキュー長情報  $Qi$  に応じて、帯域の割当て量  $Bi$  を変化させる。すなわち、 $Bi$  と  $Qi$  との間には、下記の関係が成立する。

$$【0057】Bi = SH \cdot Qi / \sum Qi$$

ただしSHは共有可能な帯域 (全体帯域) である。

【0058】図23はダイナミック帯域割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【0059】このモデルでは、図21や図22と同様に、SCR=10Mbps、PCR=30Mbpsに設定されている。また6つのコネクション  $VC_1 \sim VC_6$  がある。

【0060】本方式3では、空いている網資源を各  $VC_i$  で共有することにより、データトラフィックの効率的な収容が可能になる。しかし、BT、PCRおよびSCRの規定を満たすことができない。したがって、上記方式2で記述したのと同じような不利が発生する。

【0061】具体的な動作例を説明する。ただし簡単のため、ダイナミック帯域割当てを行うコネクションVCの数は4とする ( $VC_1 \sim VC_4$ )。ONU4は、一定間隔で、各  $VC_i$  対応のバッファ12のキュー長をSLT8に通知する。このときの各種パラメータを、下記表1および表2のように仮定する。

#### 【0062】

【表1】

表1: 各VCiに共通なパラメータ

伝送路容量C [cells/sec]	10000
共有可能帯域SH [cells/sec]	8000
帯域更新周期 Tupdate [slots]	1000
帯域更新周期開始時刻A [slot]	4000

【0063】

【表2】

表2: VCi毎に異なるパラメータ

VC	PCRi [cells/sec]	SCRi [cells/sec]	BTi [cells]	Qi [cells]
1	3000	1000	2500	600
2	3000	1000	2500	250
3	3000	1000	2500	50
4	3000	1000	2500	300

【0064】なお上記表2において、PCRi、SCRiおよびBTiは、契約により予め設定された値であり、Qiはある時点でのバッファiの実際のキュー長値である。

【0065】上記動作例を続けて説明すると、まずSLT8はキュー長情報Qiから、次の計算式により、各VCiに割り当てる帯域Biを決定する。

\*Ciに割り当てる帯域Biを決定する。

$$Bi = C * Qi / \sum Qi$$

この計算式による計算結果を例示すると、下記表3のようになる。

【0067】

【表3】

表3: 方式3による帯域割当ての一例

VC	割当て帯域Bi [cells/sec]
1	5000.00
2	2083.33
3	416.67
4	2500.00

【0068】上記表3を上記表2と対比すると、PCR、SCRおよびBT等のパラメータは結果的に全く考慮されていない。したがって、バッファにセルが多く溜まったコネクションVCに対して、際限なく大きな帯域を割当て続けてしまう、という問題を生じさせる。このためSLT8にとっては、予定したとおりに通信リソースを有効利用できなくなってしまう。

【0069】したがって本発明は、上記問題点を鑑み、可変レートトラヒックを扱う通信システムにおいて、情報の転送効率を向上させつつ、同時に、PCR、SCR、BT等の契約パラメータを遵守するように、割当て帯域をシェーピングするようにしたダイナミック帯域割当て方法ならびに装置を提供することを目的とするものである。

【0070】

【課題を解決するための手段】図1は本発明に基づく網側伝送装置の基本構成を示す図である。

【0071】本図の網側伝送装置30は、一般の通信システムにおいて、ユーザ側と網側との間の中継装置をなすものであるが、例えば既述のATM-PON通信システムにおいては、この網側伝送装置30は、既述の加入者線終端装置(SLT8)に相当する。

【0072】本図の基本構成は、第1、第2および第3の態様をとる。いずれの態様においても、網側伝送装置30は、情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置(ONU4に相当)に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により、これらの端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置であり、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する。

【0073】本発明の網側伝送装置30は、図示しており、割当て手段31と、演算手段32とを含む。

【0074】〔第1の態様〕割当て手段31は、各端末装置内に蓄積された、コネクション(VCi)対応の転

送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域 ( $B_i$ ) を、コネクション対応に付与する。

【0075】演算手段32は、コネクション ( $VC_i$ ) に予め設定された、平均帯域 ( $SCR$ ) に関する契約パラメータ ( $S_i$ ) とこの平均帯域 ( $SCR$ ) に許容される揺らぎ値 ( $BT$ ) に関する契約パラメータとが、遵守されるような割当て帯域 ( $B_i$ ) を演算する。

【0076】〔第2の態様〕割当て手段31は、上記と同様、各端末装置内に蓄積された、コネクション ( $VC_i$ ) 対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域 ( $B_i$ ) を、コネクション対応に付与する。

【0077】演算手段32は、上記と異なり、コネクション ( $VC_i$ ) に予め設定された、最大帯域 ( $PCR$ ) に関する契約パラメータ ( $P_i$ ) とこの最大帯域 ( $PCR$ ) に許容される揺らぎ値 ( $CDVT$ ) に関する契約パラメータとが、遵守されるような割当て帯域 ( $B_i$ ) を演算する。

【0078】〔第3の態様〕割当て手段31は、上記と同様、各端末装置内に蓄積された、コネクション ( $VC_i$ ) 対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域 ( $B_i$ ) を、コネクション対応に付与する。

【0079】演算手段32は、上記と異なり、コネクション ( $VC_i$ ) に予め設定された、平均帯域 ( $SCR$ ) および最大帯域 ( $PCR$ ) に関する各契約パラメータ ( $S_i/P_i$ ) とこれらの平均帯域 ( $SCR$ ) および最大帯域 ( $PCR$ ) にそれぞれ許容される揺らぎ値 ( $BT/CDVT$ ) に関する各契約パラメータ ( $S_i/P_i$ ) とが、遵守されるような割当て帯域 ( $B_i$ ) を演算する。

【0080】上記の3態様のうち、第3の態様が最も厳しく各契約パラメータを遵守することができる。

【0081】図2は本発明に係る可変レートトラヒックを制御する方法を示すフローチャートである。

【0082】この方法が適用されるのは、前述のとおり、情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により、これらの端末装置から転送される情報を受信して、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置30である。

【0083】ここに本発明の方法は、図2に示す、ステップS11、S12およびS13を有する。

【0084】ステップS11では、各端末装置4内に蓄積された、コネクション ( $VC_i$ ) 対応の転送すべき情報量を受信する。

【0085】ステップS12では、受信したその転送すべき情報量に基づき、コネクション ( $VC_i$ ) に予め設定された、平均帯域 ( $SCR$ ) および最大帯域 ( $PCR$ ) に関する各契約パラメータ ( $S_i/P_i$ ) とこれら

の平均帯域 ( $SCR$ ) および最大帯域 ( $PCR$ ) にそれぞれ許容される揺らぎ値 ( $BT/CDVT$ ) に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、平均帯域 ( $SCR$ ) に関する契約パラメータ ( $S_i$ ) とその平均帯域 ( $SCR$ ) に許容される揺らぎ値 ( $BT$ ) とが、遵守されるような割当て帯域を演算する。

【0086】ステップS13では、演算された上記の割当て帯域を、コネクション ( $VC_i$ ) 対応に付与して、各端末装置4に通知する。

10 【0087】図3は本発明に係る通信システムを示すブロック図である。

【0088】本通信システム1は、ユーザ側において、各々が、指定された情報の転送タイミングで、コネクション ( $VC_i$ ) 対応に設けた内部のバッファから、時分割多重でその情報を読み出して転送する複数の端末装置4を有する。

【0089】一方、網側において、端末装置4に対して情報の転送タイミングを指定して、端末装置4内のバッファから読み出して転送された情報を受信して、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置30 ( $SLT8$ ) を有する。

【0090】上記網側伝送装置30と上記複数の端末装置4との間には、上記の転送タイミングを指定するボーリング情報を複数の端末装置4に転送し、その転送タイミングで上記のバッファからの情報を網側伝送装置30に転送する時分割多重の伝送路を有する。そしてここに、網側伝送装置30は、各バッファ内に蓄積された、コネクション  $VC_i$  対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域をコネクション  $VC_i$  対応に付与する割当て手段31と、コネクション  $VC_i$  に予め設定された、平均帯域 ( $SCR$ ) および最大帯域 ( $PCR$ ) に関する各契約パラメータ ( $S_i/P_i$ ) とこれら平均帯域および最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値 ( $BT/CDVT$ ) に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、平均帯域 ( $SCR$ ) に関する契約パラメータとこの平均帯域に許容される揺らぎ値 ( $BT$ ) とが、遵守されるような割当て帯域を演算する演算手段32と、を含む。

【0091】かくして本発明によれば、網側伝送装置30において可能な限り、トラヒックパラメータである  $SCR$  および  $BT$ 、さらには  $PCR$  および  $CDVT$  を遵守することができ、システムリソースを有効に利用可能となる。

【0092】

【発明の実施の形態】以下、さらに具体的に、本発明に係る通信システム1、特に網側伝送装置30 (図1) を、既述の加入者線終端装置 ( $SLT$ ) 8を例にとつて、説明する。

【0093】図4は本発明に係る加入者線終端装置 ( $SLT$ ) の具体的構成例を示す図である。



【0094】SLT8は、本図に示すとおり、キュー長抽出機能部41、パラメータ設定機能部42、パラメータ管理メモリ43、帯域計算機能部44、およびポーリング情報生成機能部45を備える。

【0095】キュー長抽出機能部41は、端末装置4内のバッファ12（図16）にコネクションVCi 対応に蓄積される情報のキュー長に関する通知をこの端末装置4から受けて、キュー長を抽出する。

【0096】パラメータ設定機能部42は、端末装置4との間で契約したコネクション対応の、平均帯域（SCR）に関する契約パラメータ（Si）、最大帯域（PCR）に関する契約パラメータ（Pi）、これら平均帯域（SCR）および最大帯域（PCR）にそれぞれ許容される揺らぎ値（BT/CDVT）に関する各契約パラメータの少なくとも1つを設定する。

【0097】パラメータ管理メモリ43は、キュー長抽出機能部41およびパラメータ設定機能部42からそれぞれ入力されるキュー長情報および契約パラメータ情報\*

（記号の意味）

PCR	: 最大帯域 (Peak Cell Rate)
CDVT	: 最大帯域に対する揺らぎ値 (Cell Delay Variance Tolerance)
SCR	: 平均帯域 (Sustainable Cell Rate)
BT	: 平均帯域に対する揺らぎ値 (Burst Tolerance)
BT'	: 暫定揺らぎ値
Si	: 平均帯域のパラメータ
Pi	: 最大帯域のパラメータ
VCi	: コネクション (Virtual Connection)
Qi	: VCi のキュー長情報
Bi	: 各VCi への帯域の割当て量
SH	: 共有可能な帯域 (全体帯域)
C	: 伝送路容量
B'i	: キュー長換算帯域 (' は暫定を表す)
A・HEAD'i	: 最終予定到着時刻
A	: 帯域更新周期の開始時刻
Ti	: 理想到着時刻 (更新前)
C/Si	: 理想到着時刻の時間間隔 [slots]
T・HEAD'i	: 最終セルの理想到着時刻
Tupdate	: 帯域更新周期
T・LASTi	: 前回の最終理想到着時刻
Ai	: 予定到着時刻
N'i	: 帯域更新周期内の割当てタイムスロットの数 (=Tupdate・B'i / C)
A'i	: 暫定の最終タイムスロットの予定到着時刻
C/B'i	: 割当てタイムスロット (=予定到着時刻の間隔)
T'i	: 最終セルの理想到着時刻
Ni	: 割当てタイムスロットの数

加入者線終端装置 (SLT) 8の帯域計算機能部44は、帯域更新周期 (Tupdate [slots]) 毎に、伝送路5、7を介してONU4から送られてきたバッファ12内の

\*を少なくとも格納する。

【0098】帯域計算機能部44は、上記の各契約パラメータが遵守されるような、コネクションVCi への割当て帯域 (Bi) を、周期的に計算し、さらに、その計算結果をパラメータ管理メモリ43に再格納する。

【0099】そしてATM-PON通信システムであれば、ポーリング情報生成機能部45は必須である。このポーリング情報生成機能部45は、端末装置 (ONU) 4へ指定すべき情報の転送タイミングを、パラメータ管理メモリ43に再格納された計算結果である上記の割当て帯域 (Bi) に従って決定し、これをポーリング情報として伝送路7、5を介して、その端末装置4に転送する。

【0100】以下さらに詳細に説明する。その前に理解を早めるために、以下の説明で用いる記号の意味を、リストとして、示す。

【0101】

情報量と、パラメータ管理メモリ43内のパラメータ情報とを読み込み、各コネクションVCi に割当てる帯域量Bi を計算する。

【0102】ポーリング情報生成機能部45は、各VCiに割当てた帯域情報Biから、ポーリング情報を生成する。上記の帯域計算に必要な全ての情報は、パラメータ管理メモリ43で管理される。

【0103】パラメータ管理メモリ43には、帯域計算に必要なシステムの設定情報（帯域更新周期Tupdate、伝送路容量C等）、VCi毎の契約パラメータ情報（PCR、SCR、BT、CVD T等）、その帯域計算に必要な変数（理想到着時刻Ti等）が格納される。変数情報は、計算が行われる毎に更新される。帯域計算機能部44の基本動作を以下に示す。

【0104】伝送路容量をC、PCRのパラメータをPi、SCRのパラメータをSiとする。ここでは全ての割当てタイムスロットに対して、上りフレームのセルが、廃棄されることなしに、SLT8に返ってくるものと仮定する。タイムスロットの割当て時刻から、セルの到着時刻を予想できるので、タイムスロットの割当て時刻を、セルの予定到着時刻と呼ぶ。

【0105】まず、各VCiのキュー長から、キュー長換算帯域B'i（B'iは、初めの計算によるBiの暫定値）を計算する。各VCiにその帯域B'iを割当てると、帯域更新周期（Tupdate）内に、 $N'i = Tupdate \cdot B'i / C$ 個のタイムスロットが割当てられる。

【0106】その帯域更新周期内では、各VCi宛のタイムスロットは、等間隔に割り振られるものと想定すると、割当てタイムスロットの間隔は、 $C/B'i$  [slots]

になる。そうすると帯域更新周期内の最後の割当てタイムスロット時刻（最終予定到着時刻） $A \cdot HEAD'i$ は、

$A \cdot HEAD'i = A + (N'i - 1) \cdot C / B'i$ となる。ただしAは、帯域更新周期の開始時刻である。

【0107】VCiのセルが、常に平均帯域レート（Si）以下で到着すると仮定した場合の、ONU4からのセルの、SLT8における到着時刻が、理想到着時刻Tiである。この理想到着時刻Tiの時間間隔は、 $C/Si$  [slots]である。

【0108】帯域更新周期Tupdate内で、N'i個のセルの割当てが行われる場合、理想到着時刻Tiは、新たに $N'i \cdot C / Si$  [slots]進む。最終セルの理想到着時刻 $T \cdot HEAD'i$ は、

$T \cdot HEAD'i = T \cdot LASTi + N'i \cdot C / Si$ となる。次式で、1上りフレームにおける最終セルが伴う揺らぎ値（BT'）が計算できる。

【0109】

$BT' = T \cdot HEAD'i - A \cdot HEAD'i$

上述した事項は、図5を参照するとさらに明白になる。

【0110】図5は帯域更新周期内の理想到着時刻と予

定到着時刻の関係を図解したタイミングチャートである。すなわち、揺らぎの例を示す図である。

【0111】本図の左端に示すA'iは、暫定帯域B'iを割当てた場合の予定到着時刻であり、同じくTiは、理想到着時刻である。

【0112】なお図5における具体例な数値例は下記のとおりである。

【0113】

帯域更新周期（Tupdate）= 12 slots

B'i = 40 Mbps, Si = 30 Mbps, C = 120 Mbps

帯域更新周期内の割当てスロット数（N）= Tupdate

$\cdot B'i / C = 12 \cdot 40 / 120 = 4$  slots

帯域更新周期の開始時刻A = 0

最終予定到着時刻： $A \cdot HEAD'i = A'i (k+3) = (N'i - 1) \cdot C / B'i = 3 \cdot 3 = 9$

最終理想到着時刻： $T \cdot HEAD'i = Ti (k+3) = Ti (k-1) + N'i \cdot C / Si = 3 + 4 \cdot 4 = 19$

最終セルの揺らぎ =  $T \cdot HEAD'i - A \cdot HEAD'i = 19 - 9 = 10$  slots

上記の帯域計算において、あるコネクションにこれだけの帯域を割当てたならば、タイムスロット毎に累積する揺らぎの最終値はこれだけになる、といった予想を行う。

【0114】例えば図5では、帯域更新周期内に3タイムスロットの間隔でセルの割当てを行うものとする。ONU4からの各セルは図の下欄のような順序でSLT8に到着し、最終的の累積揺らぎはこれ位であろうと予想する。

【0115】そこでそのような予想のもとに、さらに、割当て帯域を減らしたり（あるいは増やしたり）する。

【0116】既述した本発明の〔第1の態様〕では、揺らぎ値がバースト許容値BTを超えないように、各VCiに割当てた帯域Biを決定する。

【0117】そして既述した本発明の〔第2の態様〕を追加すれば、さらにBiが最大帯域パラメータPiを超えないように制限するので、セルの到着間隔が $C/Pi$ 以下になる。したがって、PCRに対する揺らぎ（CDVT）も無くすることができる（既述の〔第3の態様〕）。なおBiを計算するステップ（フローチャートの）の詳細は、後述する図8～図11に示す。

【0118】かくして上記〔第1の態様〕および〔第3の態様〕によるVCiの割当てモデルは、例えば図6および図7のようになる。

【0119】図6は本発明の〔第1の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図であり、図7は本発明の〔第3の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【0120】図6および図7の見方は、前述した図23と同様である。

【0121】図6によれば、ダイナミックに帯域割当て

を変動できるので、空いている帯域を有効に使用できると共に、各ONU4に対してSLT8は、トラヒックパラメータ(SCR/BT)を遵守させることができる。

【0122】また図7によれば、同様に、ダイナミックに帯域割当てを変動できるので、空いている帯域を有効に使用できると共に、各ONU4に対してSLT8は、トラヒックパラメータ(PCR/CDVT/SCR/BT)を遵守させることができる。

【0123】以下、本発明の詳細例を説明する。

【0124】ダイナミック帯域割当てを始める前に、管理者(SLT8)が、パラメータ管理メモリ43に、帯域更新周期(Tupdate)、共有可能帯域(SH)、各コネクションVCiの契約パラメータ情報(PCR/SCR/BT)等を設定する。帯域計算機能部44は、帯域更新周期毎に、パラメータ管理メモリ43から計算に必要なパラメータ情報を読み出し、各VCiに割当てた帯域Biを決定する。帯域更新周期Tupdate、バースト許容値BTiはタイムスロット刻みの時間に換算する。また理想到着時刻Tiと予定到着時刻Aiは、タイムスロット刻みの時刻で示す。

【0125】(i) 本発明の〔第1の態様〕

図8は本発明の〔第1の態様〕における動作を示すフローチャートである。

【0126】この〔第1の態様〕は、ダイナミック帯域割当て方式において、可変レートトラヒックのSCRとBTの規定を遵守させる方式であり、以下のプロセス(1)～(7)を実施する。

【0127】(1) SLT8は、各ONU4から通知されたキュー長Qi[cell]sから、暫定割当て帯域Biを換算する(図8のステップS21)。

【0128】 $B'i = Q_i \cdot C / Tupdate$

ただしCは、伝送路容量である。

【0129】Biの合計が共有可能帯域SHを超える場合は、全てのBiを均等に圧縮する(S22, S23)。

【0130】if  $\sum B'i > SH$

$B'i = B'i \cdot SH / \sum B'i$

(2) 更新前理想到着時刻(更新前のTi) < 帯域更新周期開始時刻(A)の場合は、更新前理想到着時刻Ti = 帯域更新周期開始時刻Aに設定する(S26, S27)。

【0131】(3) VCiにBiを割当てた場合の、帯域更新周期内の割当てタイムスロット数N'iを計算する(S25)。ここで算出する割当てタイムスロット数N'iは、暫定割当てスロット数と呼ぶ。

【0132】 $N'i = Tupdate \cdot B'i / C$

(4) 暫定最終予定到着時刻A'iの計算をする。ただしA'iは、既述したA・HEAD'iと同意である。

【0133】VCiに帯域Biを割当てた場合の、最終

タイムスロットの予定到着時刻(暫定予定到着時刻)

A'iを、ステップS28で計算する。

【0134】 $A'i = A + (N'i - 1) \cdot C / B'i$

ただしC/B'iは、割当てタイムスロット、すなわち予定到着時刻の間隔である。

【0135】(5) 暫定理想到着時刻T'iの計算をする。ただしT'iは、既述したT・HEAD'iと同意である。VCiに帯域Biを割当てた場合、帯域更新周期内でN'i個のスロットが割当てられる。最終セルの理想到着時刻(暫定理想到着時刻)T'iは、上記ステップ28で計算する。

【0136】 $T'i = T_i + N'i \cdot C / S_i$

ただしC/Siは、理想到着時刻の間隔である。

【0137】(6) 実際に各VCiに割当てた帯域Biを決定する。

【0138】(a)  $T'i \leq A'i + BT$

となる場合は(S29のNO)、暫定割当て帯域Biをそのまま各VCiに割当てても、BTパラメータの違反にならない。したがって、Biを割当て帯域Biを設定する(S30)。

【0139】(b)  $T'i > A'i + BT$

となる場合は(S29のYES)、暫定割当て帯域Biをそのまま各VCiに割当てると、BTパラメータの違反になる。

【0140】これを解決するために、既述の演算手段32(図1)は、割当て帯域の値Biを変数とする所定の2次方程式の解を求める演算を行い、その解を求める割当て帯域Biとする。さらに詳しく説明すると、該演算手段32の中の帯域計算機能部44は、後に示す2次方程式を解いて、割当て帯域Biを再計算する。このとき2つの解のうち、大きい方を選択するのが望ましい。これは実験結果に基づく。

【0141】まず関連するいくつかの条件式を挙げると、

$T_i + N'i \cdot C / S_i = A + (N'i - 1) \cdot C / B_i + BT_i$   
および

$N'i = Tupdate \cdot B'i / C$ であることから、

$T_i + Tupdate \cdot B'i / S_i = A + (Tupdate \cdot B'i / C - 1) \cdot C / B_i + BT_i$

40 が得られる。この条件式の両辺にBiとSiを乗じて整理し、下記の2次方程式を解けば、求めるBiが計算される(S31)。ステップS31のfは当該2次関数を表す。

【0142】 $Tupdate \cdot B_i^2 + (S_i \cdot T_i - A \cdot S_i - Tupdate \cdot S_i - S_i \cdot BT_i) \cdot B_i + C \cdot S_i = 0$

上記2次方程式の解は、

【0143】

【数1】

21

$$B_i = \frac{A \cdot S_i + \text{Update} \cdot S_i + S_i \cdot B_{Ti} - S_i \cdot T_i}{2 \cdot \text{Update}}$$

$$+ \frac{\sqrt{(A \cdot S_i + \text{Update} \cdot S_i + S_i \cdot B_{Ti} - S_i \cdot T_i)^2 - 4 \cdot \text{Update} \cdot C \cdot S_i}}{2 \cdot \text{Update}}$$

【0144】である。

【0145】(7) 理想到着時刻  $T_i$  を更新する。

【0146】すなわち割当て帯域  $B_i$  を基に、割当てタイムスロット数  $N_i$  を算出し、理想到着時刻  $T_i$  を再計算する (S32)。

【0147】 $N_i = \text{Update} \cdot B_i / C$  であり、 $T_i = T_i + N_i \cdot C / S_i = T_i + \text{Update} \cdot B_i / S_i$  となる。

【0148】(ii) 本発明の〔第3の態様〕

図9は本発明の〔第3の態様〕における動作を示すフローチャートである。

【0149】この〔第3の態様〕は、上記〔第1の態様〕に対し、さらにPCRの規定を遵守させる方式である。上記〔第1の態様〕との違いは、割当て帯域  $B_i$  を、各  $V C_i$  のPCR契約値 ( $P_i$ ) に制限することである。そうすると、セルの到着間隔が  $C / P_i$  [slots] 以下になるので、PCRに対する揺らぎ (CDVT) も発生しなくなる。

【0150】この〔第3の態様〕で実施されるプロセスは、前述したプロセス (1)、(2)、(3) … (7) と、プロセス (6) を除いて、全く同じである。したがって、図9のステップS21～S32は、図8のステップS21～S32と全く同じであり、図9が図8に対して異なるのは、図9においてステップS41およびS42が加わる点である。これらのステップS41およびS42は、前述したプロセス (6) に関係しており、このプロセス (6) で導出した割当て帯域  $B_i$  (上記2次方程式の解) が、最大帯域  $P_i$  を超えている場合には (S41のYES)、これを最大帯域  $P_i$  に制限してしまう (S42)。

【0151】上述した〔第1の態様〕および〔第3の態様〕においては、2次方程式を解くステップS31を含んでいるため、SLT8内の中央処理装置 (CPU) および専用ハードウェアの処理負荷が重くなり、リソースに余裕がないときには不都合を生じる。

【0152】そこでこの不都合を解消する方法を提案しておく。すなわち、この方法のもとでは演算手段32

(図1) は、割当て帯域  $B_i$  が所定の条件を超えると、この割当て帯域を、契約パラメータに従う平均帯域 ( $S_i$ ) または前記最大帯域 ( $P_i$ ) に強制的に設定してしまう。

【0153】図10は本発明の〔第1の態様〕における動作の変形例を示すフローチャートであり、図11は本発明の〔第3の態様〕における動作の変形例を示すフ

22

ーチャートである。

【0154】まず図10について見ると、図8の〔第1の態様〕におけるステップS31を、ステップS51に変形している。

【0155】すなわち、〔第1の態様〕のもとでバースト許容値  $B_{Ti}$  を超えたときには、割当て帯域  $B_i$  を再計算する代わりに、SCRの  $S_i$  を  $B_i$  として設定してしまう。図10のステップS51がそれである。この〔第1の態様〕の変形例では、〔第1の態様〕に比べて、帯域の有効利用という点で、若干劣るが、実用上は問題にならない。

【0156】次に図11について見ると、図8の〔第1の態様〕におけるステップS31が、図10のステップS51と新たなステップS61およびS62とによって置き換えられている。

【0157】すなわち、〔第1の態様〕のもとでバースト許容値  $B_{Ti}$  を超えたときには、割当て帯域  $B_i$  を再計算する代わりに、SCRの  $S_i$  を  $B_i$  として設定したあと (S51)、さらにPCRの  $P_i$  を超えたときには (S61のYES)、その  $B_i$  を  $P_i$  に設定してしまう (S62)。この〔第3の態様〕の変形例では、〔第3の態様〕に比べて、帯域の有効利用という点で、若干劣るが実用上は問題にならない。

【0158】以上述べた本発明の実施の態様は、以下のとおりである。

【0159】(付記1) 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、前記コネクションに予め設定された、平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値に関する契約パラメータとが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【0160】(付記2) 情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を

該コネクション対応に付与する割当て手段と、前記コネクションに予め設定された、最大帯域に関する契約パラメータと該最大帯域に許容される揺らぎ値に関する契約パラメータとが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【0161】（付記3）情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータとが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置。

【0162】（付記4）前記演算手段は、前記割当て帯域の値を変数とする所定の2次方程式の解を求める演算を行い、その解を該割当て帯域とすることを特徴とする付記1〜3のいずれか一項に記載の網側伝送装置。

【0163】（付記5）前記演算手段は、前記割当て帯域が所定の条件を超えると、該割当て帯域を、前記契約パラメータに従う前記平均帯域または前記最大帯域に強制的に設定することを特徴とする付記1〜3のいずれか一項に記載の網側伝送装置。

【0164】（付記6）情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、前記端末装置内のバッファにコネクション対応に蓄積される前記情報のキュー長に関する通知を該端末装置から受けて、該キュー長を抽出するキュー長抽出機能部と、前記端末装置との間で契約した前記コネクション対応の、平均帯域に関する契約パラメータ、最大帯域に関する契約パラメータ、該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータの少なくとも1つを設定するパラメータ設定機能部と、前記キュー長抽出機能部および前記パラメータ設定機能部からそれぞれ入力されるキュー長情報および契約パラメータ情報を少なくとも格納するパラメータ管理メモリと、各前記契約パラメータが遵守されるような、前記コネクションへの割当て帯域を、周期的に計算し、さらに、その計算結果を前記パラメータ管理メモリに再格納する帯域計算機能部と、を備えることを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装

置。

【0165】（付記7）前記端末装置へ指定すべき前記情報の転送タイミングを、前記パラメータ管理メモリに再格納された計算結果である前記割当て帯域に従って決定し、これをポーリング情報として該端末装置に転送するポーリング情報生成機能部を、さらに備えることを特徴とする付記6に記載の網側伝送装置。

【0166】（付記8）情報の転送タイミングをユーザ側の複数の端末装置に対して指定して、その転送タイミングで時分割多重により該複数の端末装置から転送される情報を受信する網側伝送装置において、各前記端末装置内に蓄積された、コネクション対応の転送すべき情報量を受信するステップと、受信した前記転送すべき情報量に基づき、前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、該平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値とが、遵守されるような前記割当て帯域を演算するステップと、演算された前記割当て帯域を、前記コネクション対応に付与して、各前記端末装置に通知するステップと、を有することを特徴とする、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する方法。

【0167】（付記9）各々が、指定された情報の転送タイミングで、コネクション対応に設けた内部のバッファから、時分割多重で該情報を読み出して転送する、ユーザ側の複数の端末装置と、前記端末装置に対して前記情報の転送タイミングを指定して、該端末装置内の前記バッファから読み出して転送された情報を受信して、ダイナミック帯域割当てにより可変レートトラヒックを制御する網側伝送装置と、前記転送タイミングを指定するポーリング情報を前記複数の端末装置に転送し、その転送タイミングで前記バッファからの情報を前記網側伝送装置に転送する時分割多重の伝送路と、を有してなり、ここに、前記網側伝送装置は、各前記バッファ内に蓄積された、前記コネクション対応の転送すべき情報量に応じて、周期的に、その転送のための割当て帯域を該コネクション対応に付与する割当て手段と、前記コネクションに予め設定された、平均帯域および最大帯域に関する各契約パラメータと該平均帯域および該最大帯域にそれぞれ許容される揺らぎ値に関する各契約パラメータ、のうち、少なくとも、該平均帯域に関する契約パラメータと該平均帯域に許容される揺らぎ値とが、遵守されるような前記割当て帯域を演算する演算手段と、からなることを特徴とする通信システム。

【0168】

【発明の効果】例えばATM-PONシステムにおいて、データの到着に合わせて帯域Biを変化させることにより、可変レートトラヒックの転送効率を向上させる

ことができる。

【0169】また、SCRとBTのパラメータを満足するようにトラヒックがシェイピングされるので、網は収容するコネクションの特性をある程度予測でき、したがって、網が過負荷状態になると予想される場合は、新規コネクションの受け入れを拒否することができる。

【0170】その結果、収容する各VCIに対してSCRを保証することができ、網内への契約以上のトラヒックの流入によって引き起こされるバッファ溢れ等による性能劣化を無くすることができる〔第1の態様〕。

【0171】さらに加えて、PCRやCDVTのパラメータをも規制することができるので、そのようにすれば一層厳格にトラヒックをシェイピングすることが可能となる〔第3の態様〕。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく網側伝送装置の基本構成を示す図である。

【図2】本発明に係る可変レートトラヒックを制御する方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明に係る通信システムを示すブロック図である。

【図4】本発明に係る加入者線終端装置（SLT）の具体的構成例を示す図である。

【図5】帯域更新周期内の理想到着時刻と予定到着時刻の関係を図解したタイミングチャートである。

【図6】本発明の〔第1の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【図7】本発明の〔第3の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【図8】本発明の〔第1の態様〕における動作を示すフローチャートである。

【図9】本発明の〔第3の態様〕における動作を示すフローチャートである。

【図10】本発明の〔第1の態様〕における動作の変形例を示すフローチャートである。

【図11】本発明の〔第3の態様〕における動作の変形例を示すフローチャートである。

【図12】本発明が適用される通信システムの好適例を示す図である。

【図13】伝送路上の下りフレームのデータフォーマットを示す図である。

【図14】伝送路上の上りフレームのデータフォーマットを示す図である。

【図15】下りフレームにより転送されるボーリング情報のデータフォーマットを一例をもって示す図である。

【図16】端末装置4および加入者線終端装置8の基本構成を示す図である。

【図17】ボーリングの仕組みを説明する図である。

【図18】ボーリングにより発生する揺らぎを説明する図である。

【図19】平均帯域（SCR）に対する可変ビットレート（VBR）トラヒックの揺らぎを表すタイミングチャートである。

【図20】最大帯域（PCR）に対する可変ビットレート（VBR）トラヒックの揺らぎを表すタイミングチャートである。

【図21】SCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【図22】PCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図である。

【図23】ダイナミック帯域割当て方式のもとでの帯域割当てモデルを一例をもって示す図である。

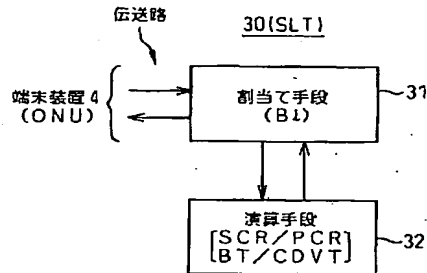
【符号の説明】

- 1…通信システム
- 2…パーソナルコンピュータ（PC）
- 3…電話機
- 4…端末装置
- 5…ユーザ側の伝送路
- 6…光カプラ（分岐／多重装置）
- 7…網側の伝送路
- 8…加入者線終端装置
- 11…ボーリング情報抽出部
- 12…バッファ
- 13…バッファ読出し部
- 14…多重化部
- 15…バッファ状態監視部
- 16…キュー長情報生成部
- 21…キュー長情報抽出部
- 22…パラメータ管理メモリ
- 23…帯域計算部
- 24…ボーリング情報生成部
- 25…多重化部
- 30…網側伝送装置
- 31…割当て手段
- 32…演算手段
- 41…キュー長抽出機能部
- 42…パラメータ設定機能部
- 43…パラメータ管理メモリ
- 44…帯域計算機能部
- 45…ボーリング情報生成機能部

【図 1】

図 1

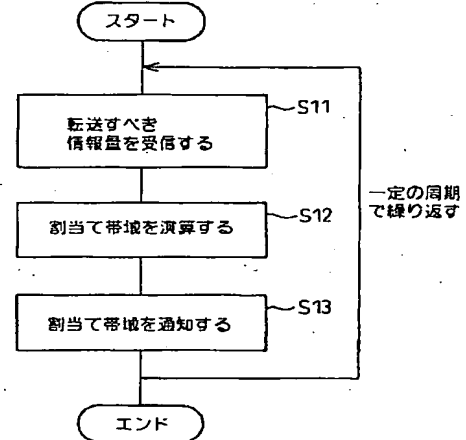
本発明に基づく網側伝送装置の基本構成を示す図



【図 2】

図 2

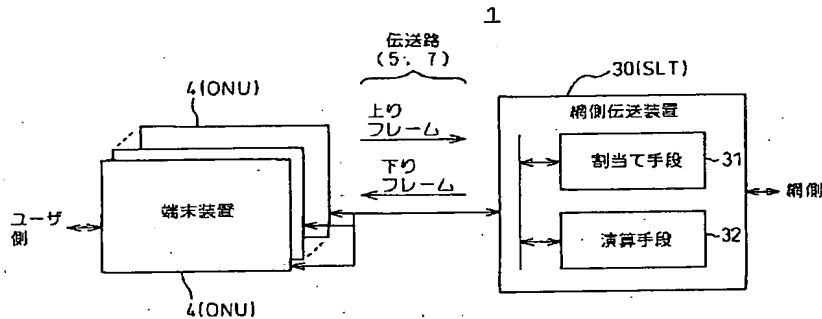
本発明に係る可変レートトラヒックを制御する方法を示すフローチャート



【図 3】

本発明に係る通信システムを示すブロック図

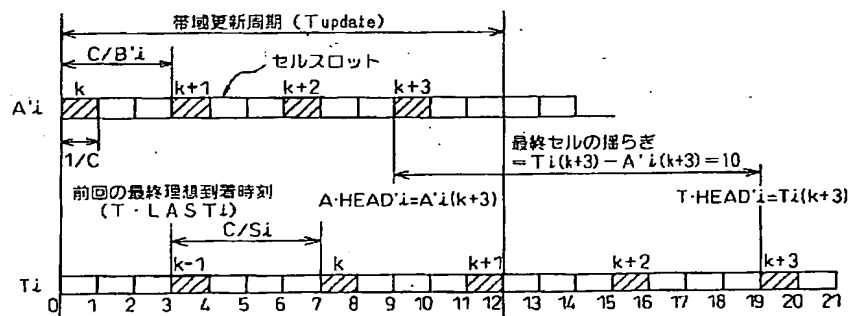
図 3



【図 5】

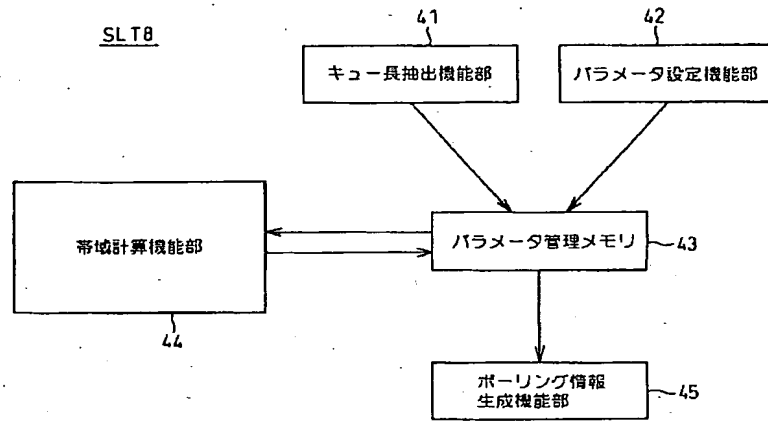
帯域更新周期内の理想到着時刻と予定到着時刻の関係を図解したタイミングチャート

図 5



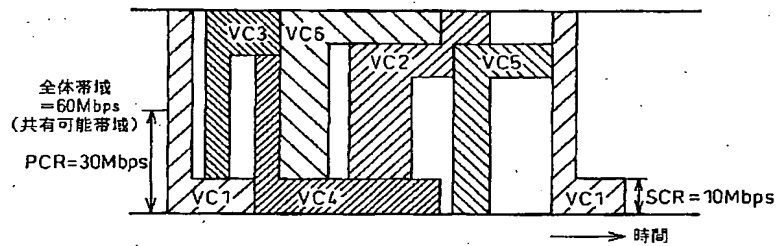
【図4】

本発明に係る加入者線終端装置（SLT）の具体的構成例を示す図



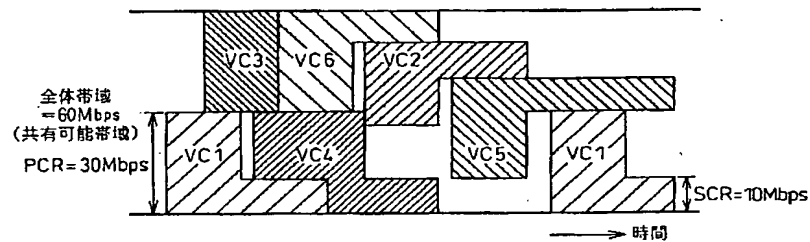
【図6】

本発明の〔第1の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図



【図7】

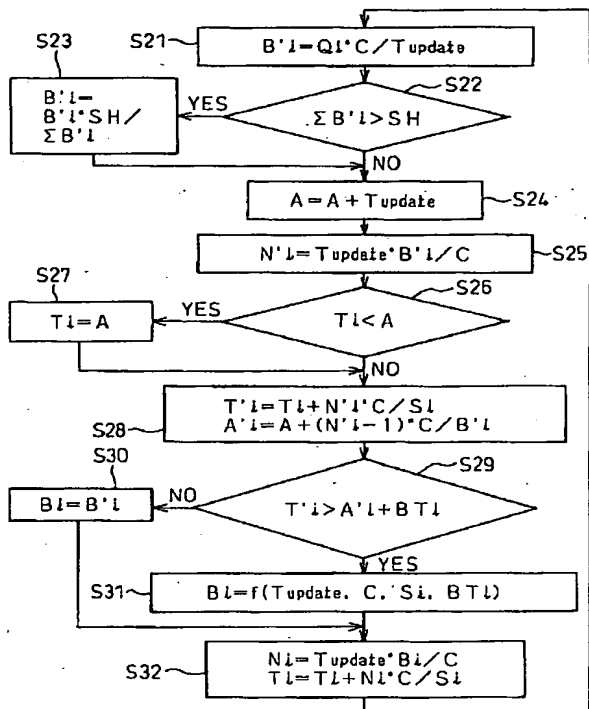
本発明の〔第3の態様〕のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図





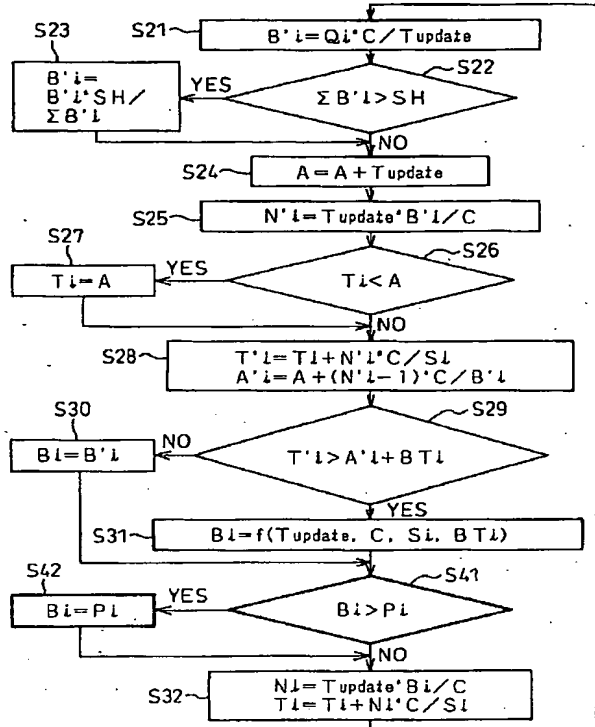
【図8】

図8 本発明の【第1の態様】における動作を示すフローチャート



【図9】

図9 本発明の【第3の態様】における動作を示すフローチャート



【図12】

本発明が適用される通信システムの好適例を示す図

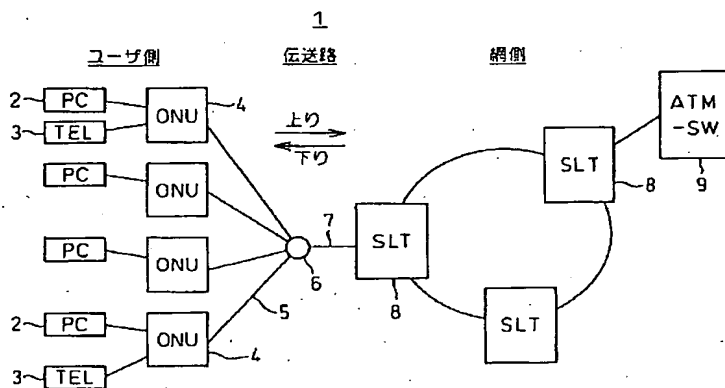
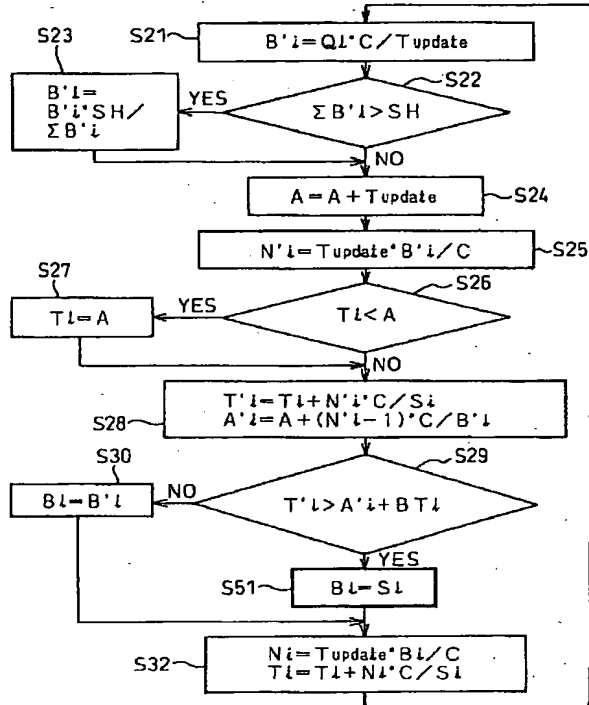


図3

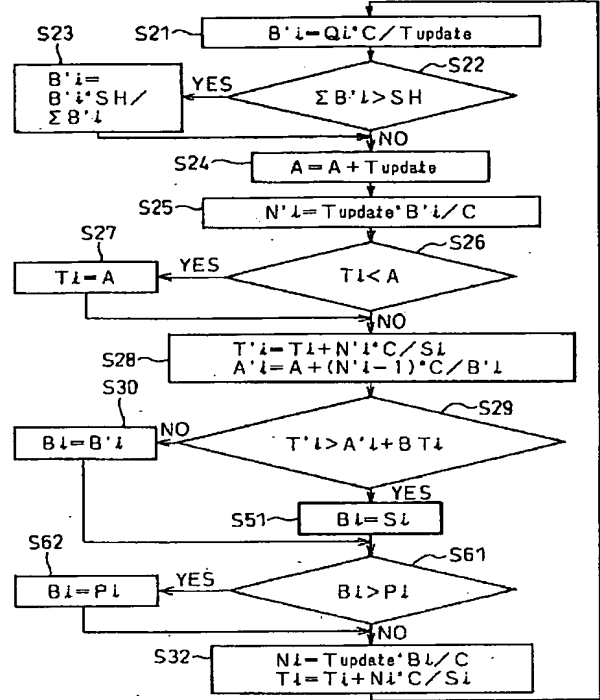
【図10】

図10 本発明の〔第1の態様〕における動作の変形例を示すフローチャート



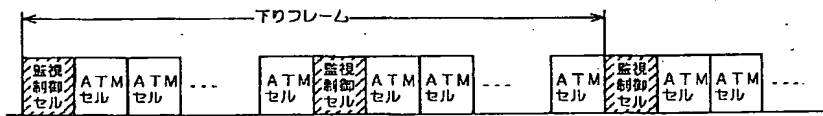
【図11】

図11 本発明の〔第3の態様〕における動作の変形例を示すフローチャート



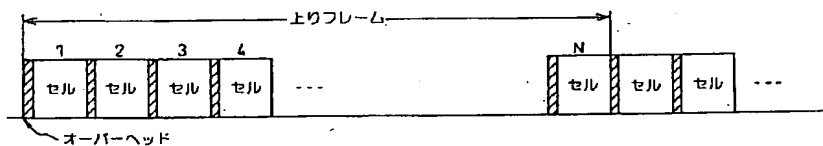
【図13】

伝送路上の下りフレームのデータフォーマットを示す図



【図14】

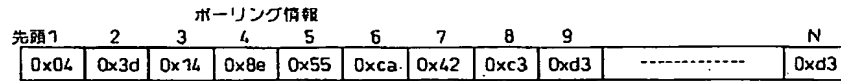
伝送路上の上りフレームのデータフォーマットを示す図



【図15】

下りフレームにより転送されるポーリング情報のデータフォーマットを一例をもって示す図

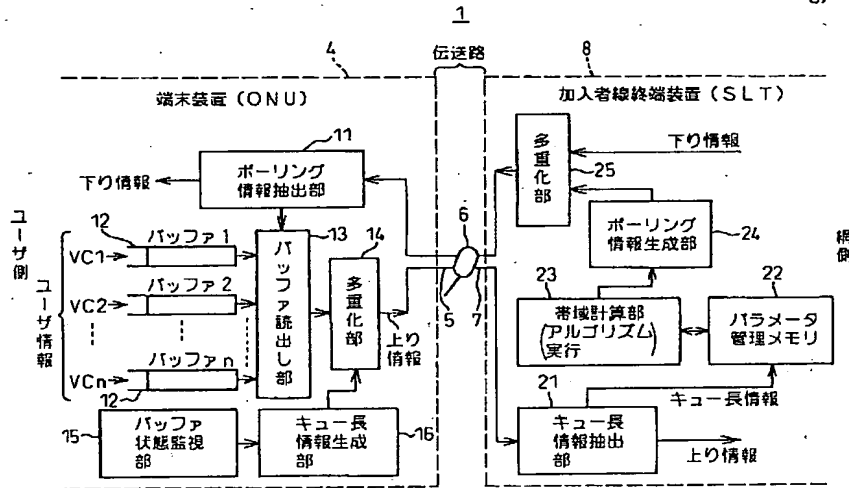
図15



【図16】

端末装置4および加入者線終端装置8の基本構成を示す図

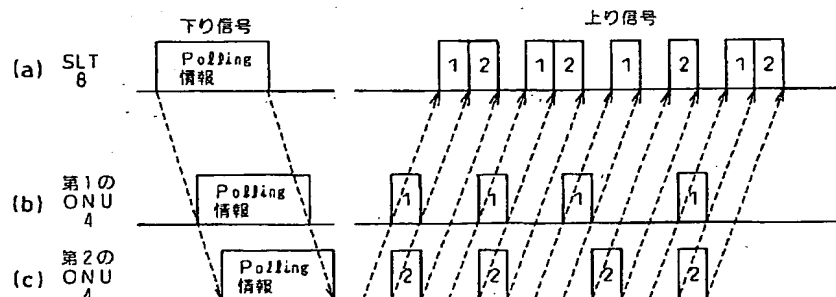
図16



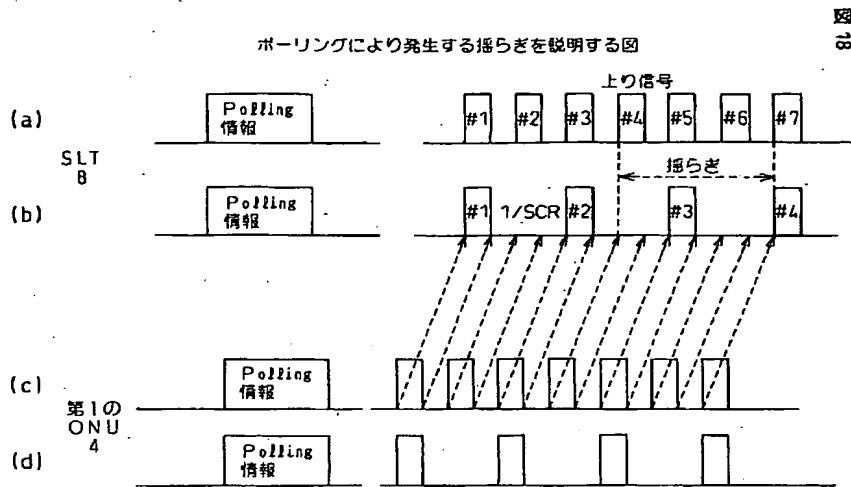
【図17】

ポーリングの仕組みを説明する図

図17

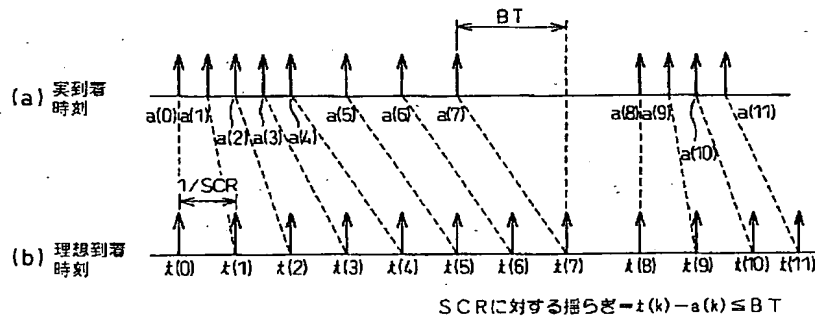


【図 18】



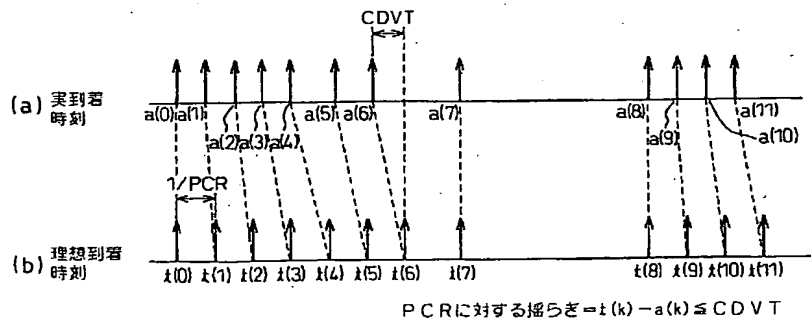
【図 19】

平均帯域 (SCR) に対する可変ビットレート (VBR) トラフィックの揺らぎを表すタイミングチャート



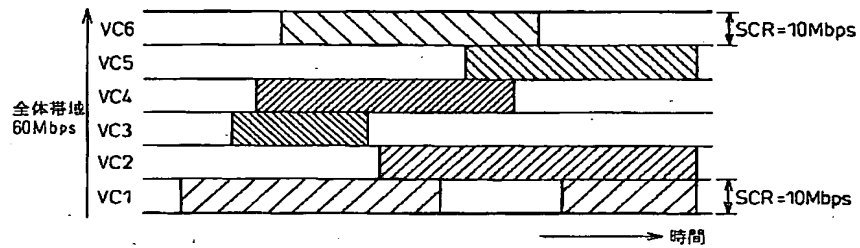
【図 20】

最大帯域 (PCR) に対する可変ビットレート (VBR) トラフィックの揺らぎを表すタイミングチャート



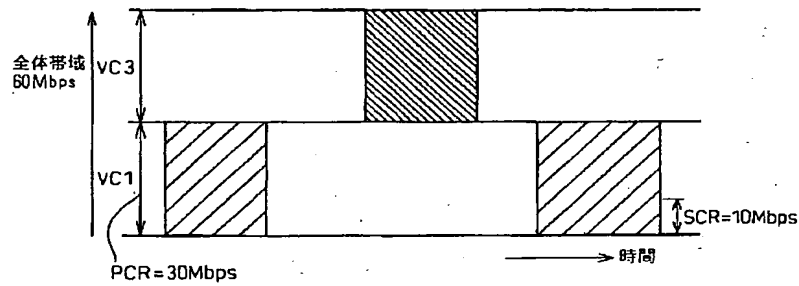
【図21】

SCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図

図  
21

【図22】

PCR固定割当て方式のもとでの帯域割当てのモデルを一例をもって示す図

図  
22

【図23】

ダイナミック帯域割当て方式のもとでの帯域割当てモデルを一例をもって示す図

図  
23